

**PCT/EP 03 / 02384**

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 18 956.0

REC'D 15 MAY 2003

**Anmeldetag:** 27. April 2002

WIPO PCT

**Anmelder/Inhaber:** SMS Demag AG, Düsseldorf/DE

**Bezeichnung:** Intensivierung des Wärmeüberganges  
bei Stranggießkokillen

**IPC:** B 22 D 11/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. März 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

25.04.2002

:.vh

39 869

**SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf**

### **Intensivierung des Wärmeüberganges bei Stranggießkokillen**

Die Erfindung betrifft eine Kokille zum Stranggießen von Metallen, insbesondere Stahl mit Kühlkanälen wie Kühlnuten, Kühlschlitzen oder Kühlbohrungen.

Eine Stranggießkokille, insbesondere eine CSP (Compact Strip Production)- Kokille üblicher Bauart in Form einer Plattenkokille, zum Stranggießen von Vorblöcken oder Brammen aus Stahl, ist zumeist mit Seitenwänden ausgebildet, die jeweils aus einer Stützwand und einer an dieser befestigten, mit der Metallschmelze in Kontakt gelangenden Innenplatte bestehen. Bevorzugt an der der Stützwand zugewandten Seite der Innenplatte sind zueinander parallele Kühlmittelkanäle vorgesehen, die als zur Stützwand offene Schlitze ausgebildet sein können.

Bei CSP - Kokillen aktueller Bauart sind die Wärmeübergangsverhältnisse über der Kokillenhöhe, insbesondere in einem Bereich über und unter dem Badspiegel, in Grenzen veränderlich. Beispielsweise wird die Wandtemperatur der Kokille oberhalb des Badspiegels abgesenkt. Wenn jedoch der Wärmeübergang im Bereich und/oder oberhalb des Badspiegels verringert wird, so steigt die Temperatur der Kokille. Dies hat folgende Vorteile:

- Durch die im Bereich des Badspiegels wärmere Kokille wird Gießpulver schneller aufgeschmolzen;

- Schnelleres Aufschmelzen des Gießpulvers erhöht die Schmierwirkung zwischen Strang und Kokille, mit dem Ergebnis einer besseren Strangoberfläche;
- Bessere Schmierung führt zu einer niedrigeren Kokillenoberfläche unterhalb des Badspiegels, dadurch ergeben sich verringerte thermische Spannungen und verringerte Tendenz zu Rissbildungen, infolgedessen höhere Standzeiten der Kokille;
- Wärmere Bereiche der Kokille oberhalb des Badspiegels reduzieren die Druckspannungen in Bereichen unterhalb desselben. Dies vermindert ebenfalls die Rissbildung und führt zu höheren Standzeiten der Kokille.

Durch Messungen an Stranggießkokillen ist es bekannt, dass die Verteilung der Wärmestromdichten unterhalb des Badspiegels zwischen 20 und 80 mm ein Maximum aufweist, um ausgehend hiervon sowohl in Gießrichtung, als auch dazu entgegengesetzt nach Art einer Glockenkurve abzufallen. Dabei beträgt der Bereich mit der erhöhten Wärmestromdichte ca. 120 mm.

Ein zuordenbares Diagramm der Temperaturverteilung der Schmelze in der Kokille entspricht der Krümmung einer liegenden Parabel mit  $t_{\max}$  im Bereich der erhöhten Wärmestromdichte.

Das Dokument DE 38 40 448 C2 beschreibt eine Stranggießkokille, insbesondere Plattenkokille, deren Seitenwände jeweils von einer Stützwand und einer an dieser befestigten, mit Metallschmelze in Kontakt gelangenden Innenplatte gebildet sind, und wobei an der der Stützwand zugewandten Seite der Innenplatte zueinanderliegende Kühlmittelkanäle vorgesehen sind, die als zur Stützwand offene Schlitzte ausgebildet sind, deren Breite geringer, und deren Tiefe größer als die Breite der zwischen den Schlitzten liegenden Rippen ist.

Die EP 0 551 311 B1 beschreibt eine flüssigkeitsgekühlte, breitenverstellbare Plattenkokille zum Stranggießen von Strängen aus Stahl im Brammenformat, insbesondere für eine Dicke unter 100 mm. Bei dieser sind die Breitseitenplatten und Schmalseitenplatten in Richtung ihrer Quererstreckung im Sinn einer Querschnittsvergrößerung für den Strang ausgebildet, die Schmalseitenplatten sind über die Kokillenhöhe im wesentlichen parallel zueinander angeordnet und die Breitseitenplatten mindestens im Bereich geringster Brammenbreite konkav ausgebildet, derart, dass im Querschnitt die Scheitelhöhe der einen Bogen bildenden Kokillenwand gegenüber einem eingeschriebenen Rechteck auf der Eingießseite der Kokille maximal 12 mm pro 1000 mm Brammenbreite beträgt und die Form der Breitseitenplatten am Strangaustrittsende der Kokille dem zu erzeugenden Strangformat entspricht. Die Breitseitenplatten sind im Verstellbereich der Schmalseitenplatten als ebene Fläche ausgebildet und es sind in der der formgebenden Seite abgewandten Seite schlitzartige Kanäle angeordnet.

Die EP 0 968 779 A1 betrifft die Ausbildung einer Breitseite einer Brammenkokille, mit einer Gießplatte mit einer Innenfläche und einer dieser gegenüberliegenden Außenfläche, wobei die Breitseite einen oberen und einen unteren Teilbereich aufweist, und wobei zumindest der obere Teilbereich einen Mittelbereich und zwei seitlich davon angeordnete Seitenbereiche aufweist. In dem Dokument wird vorgeschlagen, dass die Innenfläche der Gießplatte zur Bildung von Kühlkanälen Nuten mit Hinterschneidungen aufweist, und dass die Nuten von Füllstücken form-schlüssig abgedeckt sind, die in die Hinterschneidungen eingeführt sind.

Das U.S.- Patent 5,207,266 betrifft eine wassergekühlte Kupferkokille, umfassend eine Kupferplatte mit einem daran befestigten rückwärtigen Rahmen unter Ausbildung von Kühlkanälen, worin Weiten von Hauptkanälen in der Region der Befestigungsbolzen weiter als diejenigen in anderen Regionen sind. Die Kokille umfasst die Ausbildung größerer Kanäle zwischen rechtsseitigen und linksseitigen Kanälen

in der Region der Befestigungsbolzen ausschließlich der Bolzenverschraubungen. Verzweigungs-Kanäle zwischen den Hauptkanälen und den vergrößerten Kanälen sind vorgesehen, worin zumindest Zweigkanäle und -bereiche von den Hauptkanälen mehr Wasserflächenbereiche aufweisen, als die Haupt- und vergrößerten Kanäle.

Für eine rasche und sichere, insbesondere gleichmäßige Ausbildung einer rissfreien Strangschale ist eine intensive Kühlung bzw. Wärmeabfuhr aus dem Bereich unterhalb des Meniskus bis zur Auslassöffnung der Kokille von ausschlaggebender Bedeutung. Hierfür sind bei bekannten Kokillen folgende Möglichkeiten gegeben:

- Einstellen einer relativ hohen Kühlwassergeschwindigkeit,
- Absenken der Kühlwassertemperatur,
- Vergrößerung der Wärmetauscherflächen in den Kühlkanälen durch Kühlrippen.

Vorgenannte Varianten werden bereits bei der Auslegung von Kokillen für Stanggießanlagen in der Praxis vielfach angewandt.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die bereits vorhandene Kühlwirkung der Kühlkanäle der bekannten Kokillen durch eine besondere Formgebung zu verbessern, und zwar unter Vermeidung von höherem Aufwand an Fertigungskosten und Energie.

Die Lösung der Aufgabe wird mit der Erfindung dadurch erreicht, dass bei einer Kokillenwand gemäß Oberbegriff von Anspruch 1 die wärme-übertragenden Flächenbereiche der Kühlkanäle mit möglichst in Strömungsrichtung des Kühlmediums verlaufenden Riefen ausgebildet sind.



Durch die Ausbildung von Riefen in den Grundflächen der Kühlkanäle werden diese oberflächenmäßig wesentlich vergrößert bis nahezu verdoppelt, was zu einer höheren Wärmestromdichte mit erheblich intensiverer Kühlwirkung bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums führt, mit dem bedeutenden Vorteil, dass die Temperaturen der Kokille erheblich gesenkt werden, sodass neben der geringeren Belastung des Kokillenwerkstoffes ggf. auch die Wasserdrücke für das Kühlwasser gesenkt werden können.

Vergleichende Temperaturberechnungen haben hierbei beispielhaft folgende Werte ergeben:

- glatte Oberfläche der Wärmetauscherfläche am Grunde von Kühlnuten (Grad C):

507° Temperatur zum Strang	173° Temperatur zum Wasser
----------------------------	----------------------------
- vergrößerte Oberfläche gemäß der Erfindung

462° Temperatur zum Strang	131° Temperatur zum Wasser
----------------------------	----------------------------
- -45° Differenz
- -42° Differenz.

Die Zahlen beweisen in aller Deutlichkeit die positive Wirkung der Maßnahme nach der Erfindung. Eine künstliche Vergrößerung der Kühlkanaloberflächen kann auch bei gebohrten CSP-Kokillen vorzugsweise im Meniskusbereich mit Hilfe eines Räum-Werkzeuges realisiert werden.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind entsprechend den Unteransprüchen vorgesehen. Dabei wird die künstliche Vergrößerung der Kühlkanaloberfläche nicht oberhalb des Badspiegels vorgenommen, weil in diesem Bereich der Kokille der Wärmeübergang eher reduziert werden soll, um das Aufschmelzen des Gießpulvers zu unterstützen.

Eine Verringerung des Wärmeübergangs oberhalb des Badspiegels wird erreicht durch:

- Einsatz von Hülсен in Kühlbohrungen oberhalb des Badspiegels,
- Beschichten der Bohrungen oberhalb des Badspiegels,
- Einbringen von Einsätzen aus geringer wärmeleitendem Material oberhalb des Badspiegels.

Gleichzeitig werden durch einen wärmeren Bereich der Kokille oberhalb des Badspiegels die Spannungen in der Kokille reduziert und so die Rissbildung des Stranges verringert unter gleichzeitiger Erhöhung der Verfügbarkeit der Kokille.

Hierbei hat sich als besonders zweckmäßig die Maßnahme erwiesen, dass die Wärmeabfuhr der wärmeübertragenden Flächenbereiche der Kühlkanäle durch eine über die Höhe der Kokille variierende Anpassung an deren Wärmestromdichteverteilung vorgenommen wird.

Hierdurch werden die Temperaturverläufe entlang der Kokillenhöhe in derselben noch mehr vergleichsmäßig und größere Materialspannungen in der im Entstehen begriffenen Strangschale vermieden und deren Rissbildung verhindert.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Abschnitt einer Kokillenwand, im vergrößerten Schnitt senkrecht zu ihrem Verlauf,

Figur 2 ein weiteres Teilstück einer Kokillenwand gem. Fig. 1, ebenfalls im Schnitt,

Figur 3 Kühlkanalbohrungen mit Riefen an den Innenflächen,

Figur 4 und vergleichende Teile von Wärmetauscherflächen ohne (Fig. 4)

- Figur 5 und mit künstlich vergrößerter Bodenfläche (Fig. 5).
- Figur 6 den Verlauf der Wärmestromdichte  $q$  über der Höhe der Kokille  $H$  unterhalb des Badspiegels,
- Figur 7 ein Diagramm der Tiefe der Rillen  $R$  über der Höhe der Kokille mit zugeordneten Verlauf einer Temperaturkurve  $T$ , ebenfalls unterhalb des Badspiegels mit  $T_{\max}$  oberhalb und unterhalb des Meniskusbereiches.

Die Figur 1 zeigt vergrößert einen Abschnitt 10 einer der Schmelze abgewandten Seite 2 einer Kokillenwand mit einer darin angeordneten schlitzartigen Kühlnut 1. Diese besitzt eine Breite  $B$  und eine Tiefe  $T$ . Der Bodenbereich der Kühlnut 1 ist nach der Erfindung mit einem Riefen 3 aufweisenden Profil ausgebildet, wodurch dessen Fläche gegenüber einer planen Ausführung, z.B. gemäß Figur 4, annähernd verdoppelt ist.

Dabei kann die Wärmeabfuhr der wärmeübertragenden Flächenbereiche der Kühlnuten –schlitze oder –bohrungen durch eine über die Höhe der Kokille variierende Anpassung an deren Wärmestromdichteverteilung vorgenommen werden, wie dies beispielsweise in der Figur 6 dargestellt ist.

Zu diesem Zweck ist vorgesehen, dass die Riefen 3 zwecks Variation der Intensität des Wärmeüberganges eine variable Tiefe 4 beispielsweise zwischen 1 und 4 mm besitzen und mit je einem Öffnungswinkel zwischen  $30^\circ$  und  $60^\circ$  ausgebildet sind, wie dies rein beispielhaft in der Figur 7 gezeigt ist. Die Riefen 3 können mit einem Öffnungswinkel bis ca.  $60^\circ$  und einer Höhe bis ca. 4 mm in Abständen "A" ausgebildet sein und ähneln dem Profil eines Gewindes. Natürlich können auch andere Formen, wie wellenförmig, trapezförmig, zahnförmig oder dgl. gestaltete



Riefen vorgesehen werden, die zur Vergrößerung der kühlenden Oberfläche führen,

Figur 2 zeigt einen Abschnitt 10 einer Kokillenwand, umfassend je ein Stück einer Stützwand 5 mit einem Stück einer Innenplatte 6, die miteinander dicht anliegend verbunden, insbesondere miteinander verschraubt sind. Die Innenplatte 6 ist von Kühlkanälen 7 durchsetzt, die als gegen die Stützwand 5 offene und von der Stützwand 5 abgedeckte Schlitzte ausgebildet sind. Nach der Erfindung sind die Schlitzte an ihren Böden mit von Riefen durchsetzten Wärmetauscherflächen 3 versehen, die eine künstlich erhöhte Wärmestromdichte zur Folge haben.

Figur 3 zeigt ein beliebiges Teilstück 10 einer Kokillenwand mit darin angeordneten Kühlkanalbohrungen 8 mit in Form von Rillen bzw. Riefen 3 ausgebildeten Innenwänden 9.

Die Figuren 4 und 5 zeigen anhand angedeuteter Teile von Kühlmittelkanälen 7, 7' unter Ausbildung miteinander zu vergleichender Wärmeaustauscherböden 11 bzw. 12 eine glatte 11 und eine aus Riefen 12 bestehende Konfiguration sowie die zugehörigen Temperaturwerte. Diese zeigen für die Ausführung mit Riefenboden 12 eine deutliche Absenkung der Temperaturen unter streng identischen Ermittlungsbedingungen der zu vergleichenden Prozess-Parameter.

Figur 6 zeigt eine über die Höhe der Kokille erfindungsgemäß angepaßte Wärmestromdichteverteilung mit  $q_{\max}$  in einem begrenzten Bereich unterhalb des Badspiegels (Bad). Entsprechend zeigt die Temperaturkurve T in der Figur 7 ein Temperaturmaximum  $T_{\max}$  innerhalb eines Bereiches 13 bis 17 von variabler Tiefe R der wärmetauschenden Rillen mit  $R_{\max}$  zwischen Punkt 14 und 15. Die Wärmetauscherrillen (3) beginnen bei 13 in Höhe des Badspiegels. Bei 14 ist die maximale Rillentiefe (4) erreicht. Diese maximale Rillentiefe geht bis 15 und wird wieder auf dem Weg über 16 auf das ursprüngliche Niveau reduziert.

25.04.2002

:.vh

39 869

### Bezugszeichenliste

1. Kühlnuten
2. abgewandte Seite
3. Riefen
4. Tiefe
5. Stützwand
6. Innenplatte
7. Kühlmittelkanal
8. Kühlmittelbohrung
9. Wandteil
10. Abschnitt
11. Beginn der Wärmetauscherrillen in Höhe des Badspiegels.
12. maximale Rillentiefe
13. Ende der maximalen Rillentiefe
14. Ende der Tiefenreduktion der Rillen
15. – 17. Konstante Rillentiefe erreicht

25.04.2002

:.vh

39 869

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf

### Patentansprüche

1. Kokillenwand, insbesondere mit Kühlkanälen (1) wie Kühlnuten, Kühlschlitze oder Kühlbohrungen in der der Schmelze abgewandten Seite (2),  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die wärmeübertragenden Flächenbereiche der Kühlkanäle (1) mit möglichst in Strömungsrichtung des Kühlmediums verlaufenden Riefen (3) ausgebildet sind.
2. Kokillenwand nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Riefen (3), unmittelbar aneinander anschließend, miteinander parallel verlaufend ausgebildet sind.
3. Kokillenwand nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Vergrößerung der wärmeübertragenden Flächenbereiche der Kühlkanäle (1) der Wärmestromdichteverteilung der Kokillenwand insbesondere im Gießspiegelbereich angepaßt ist.

4. Kokillenwand nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die maximale Vergrößerung der wärmeübertragenden Flächenbe-reiche der Kühlkanäle (1) im Maximum der Wärmestromdichteverteilung ausgebildet ist, und dass sie zum Badspiegel hin sowie in Gießrichtung wieder auf die Ausgangsoberfläche ausläuft.
5. Kokillenwand nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Riefen (3) bevorzugt eine Tiefe (4) von ca. 2 mm besitzen und mit je einem Öffnungswinkel von bevorzugt 60° ausgebildet sind.
6. Kokillenwand nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Riefen (3) zwecks Variation der Intensität des Wärmeüberganges eine variable Tiefe (4) zwischen 1 und 4 mm besitzen und mit je einem variablen Öffnungswinkel zwischen 30° und 60° ausgebildet sind.
7. Kokillenwand nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass bei Ausbildung von Kühlkanalbohrungen (9) deren rohrförmige Innenflächen bevorzugt im Badspiegelbereich durch variable Ausbildung der Riefen (3) an die erforderliche Wärmestromdichteverteilung angepasst sind.
8. Kokillenwand nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass eine, zunächst plane Wärmeaustauschfläche der Kühlkanäle (1) mittels einer variablen Ausbildung der Riefen (3) angepasst vergrößerbar ist.

9. Kokillenwand nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass im Badspiegel und/oder oberhalb des Badspiegels die Wärmeaustauschflächen der Kühlkanäle (1) bspw. durch Beschichten oder Einfügen von Hülzen in Kühlmittelbohrungen (8) reduziert sind.
10. Kokillenwand nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Riefen (3) eine trapezförmige oder eine spitzdachförmige, oder eine sinus- oder cosinusförmige Kontur oder eine halbkreisförmige Kontur oder eine aus diese zusammengesetzte Kontur aufweisen.



25.04.2002

:.vh

39 869

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Kokillenwand, insbesondere mit Kühlkanälen (1) wie Kühlnuten, Kühlschlitze oder Kühlbohrungen in der der Schmelze abgewandten Seite 2. Zur Beeinflussung der Wärmeübertragungsbedingungen sind die wärmeübertragenden Flächenbereiche der Kühlkanäle (1) mit möglichst in Strömungsrichtung des Kühlmediums verlaufenden Riefen (3) ausgebildet. Die Riefen (3), sind unmittelbar aneinander anschließend, miteinander parallel verlaufend ausgebildet. Die Riefen können wellenförmig ausgebildet sein.

Figur 1

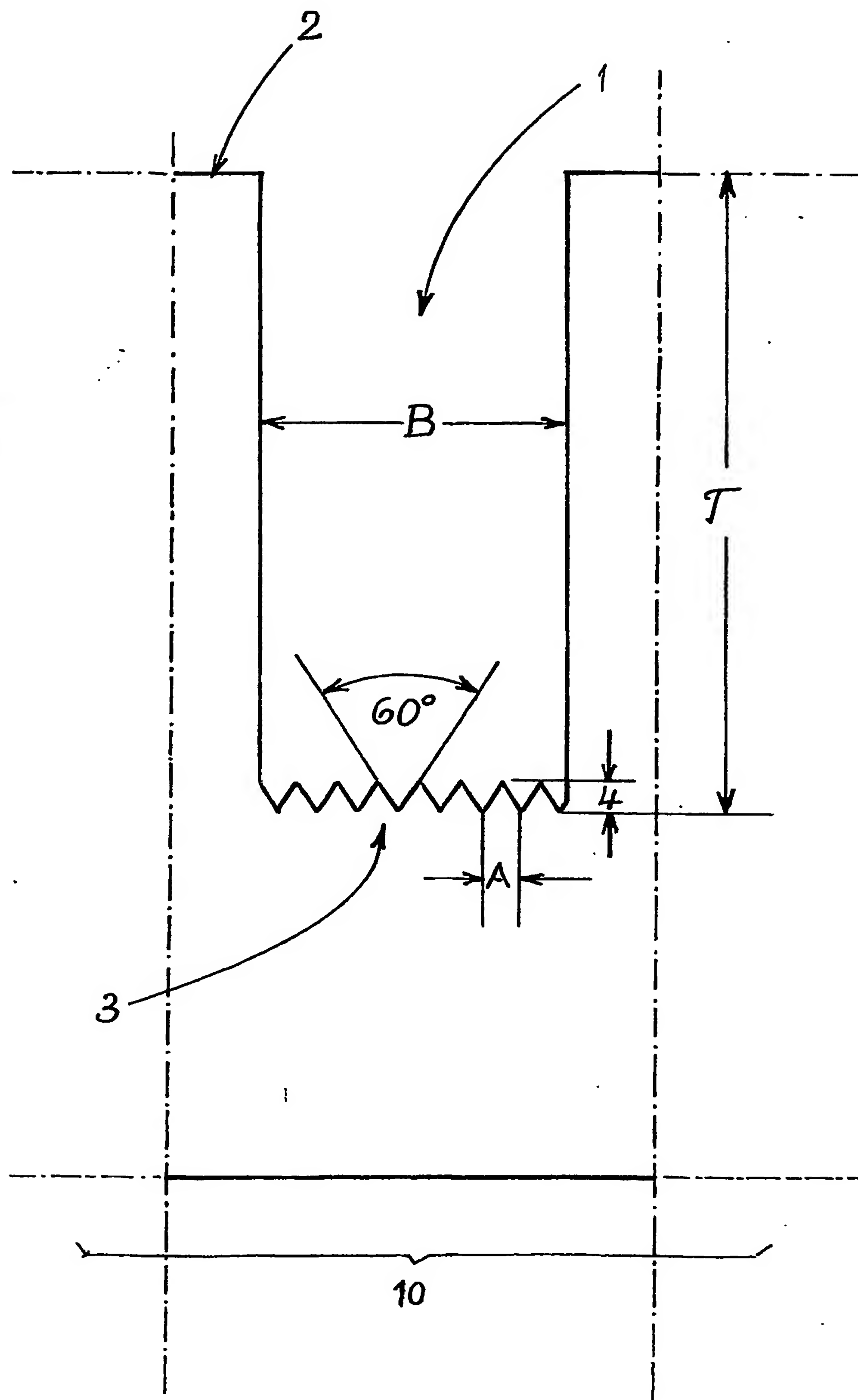


Fig. 1

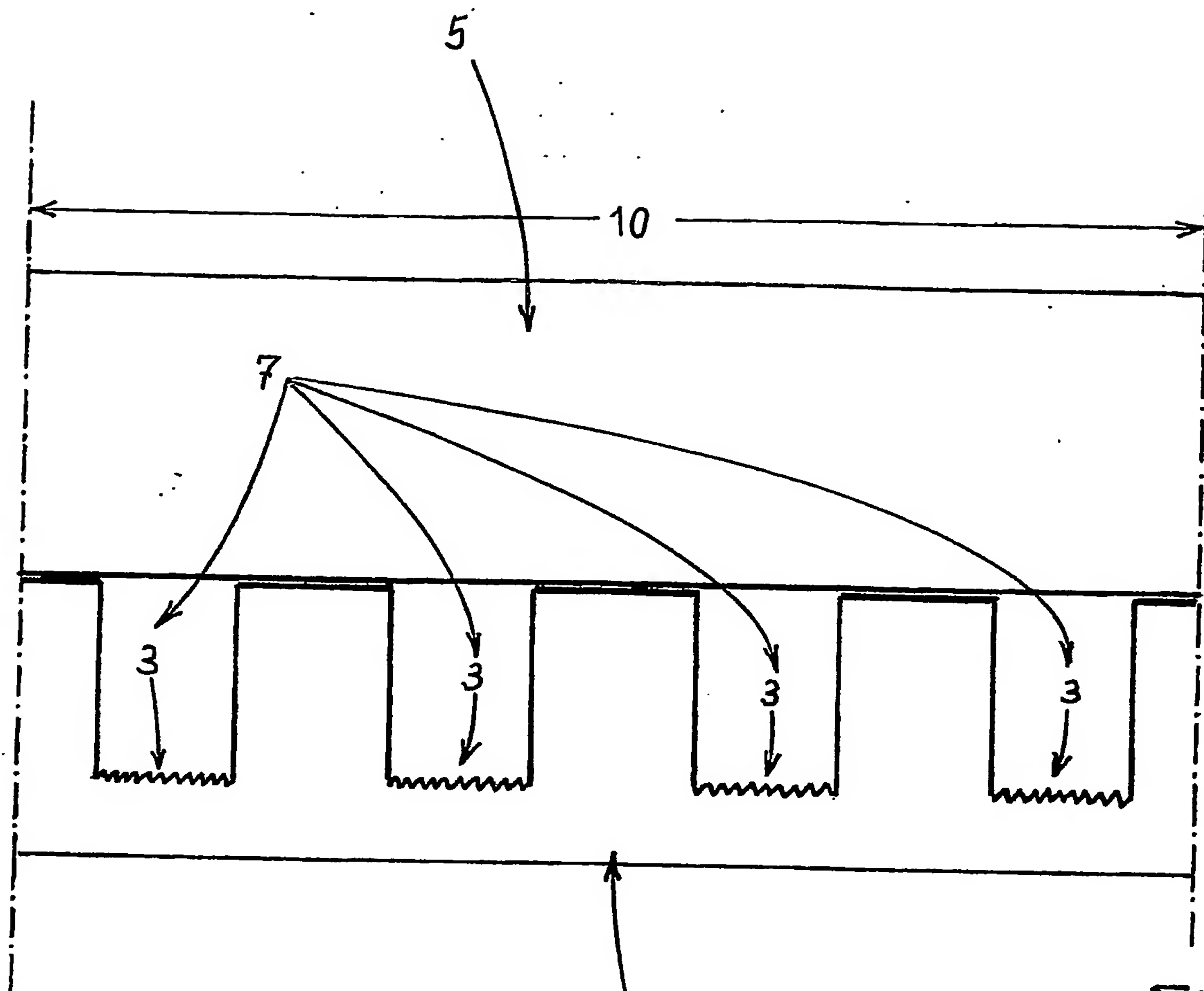


Fig. 2

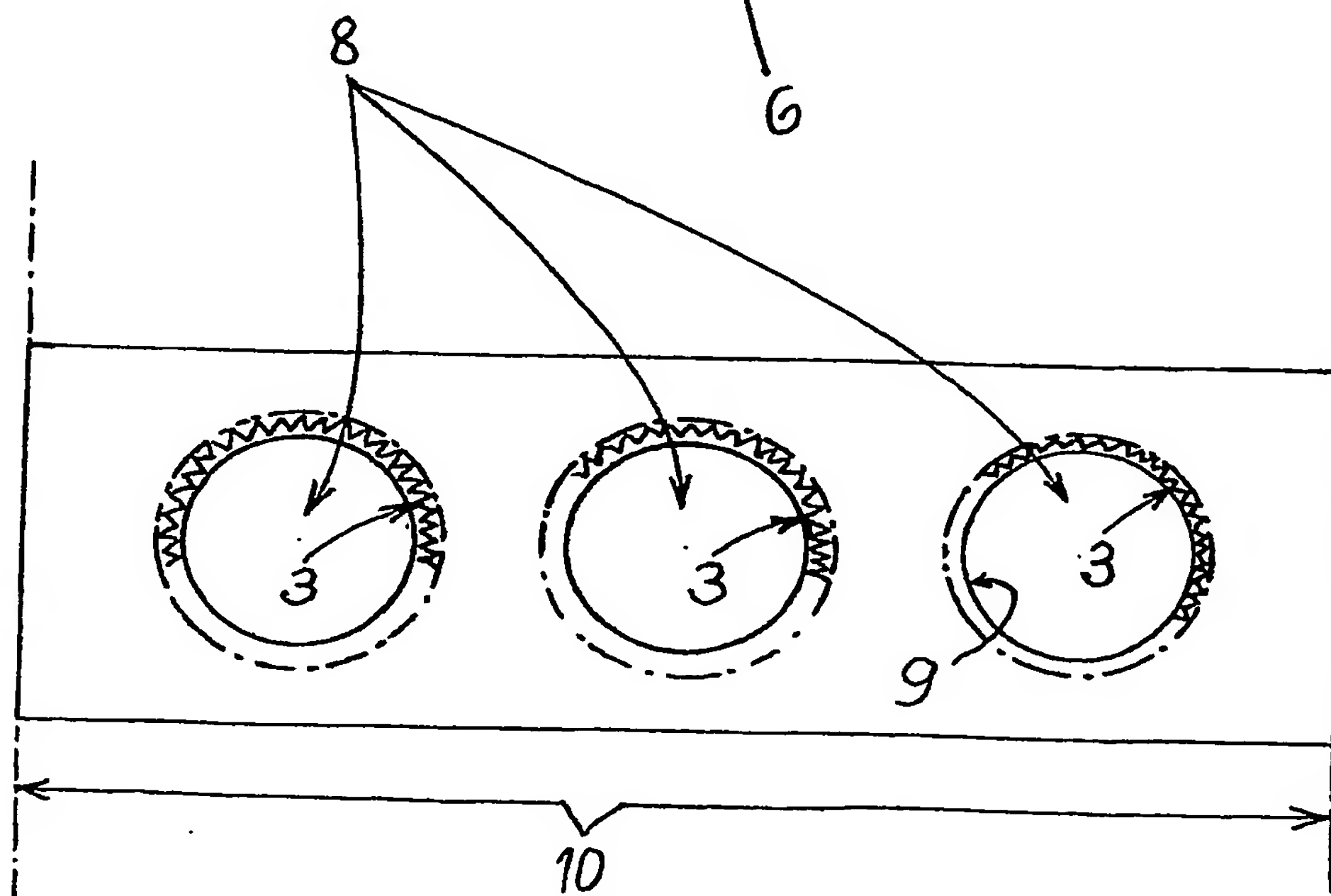


Fig. 3

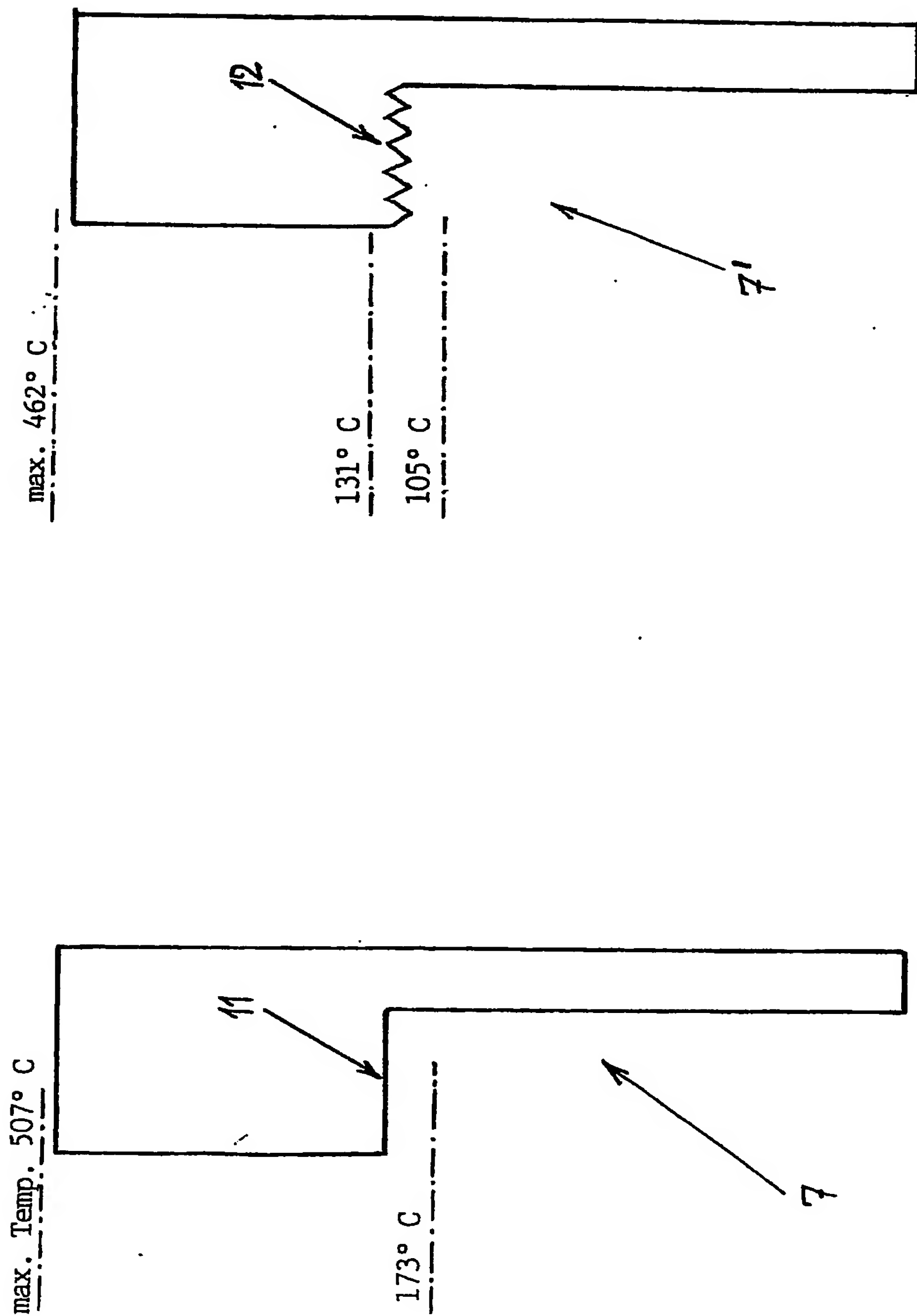


Fig. 4

Fig. 5

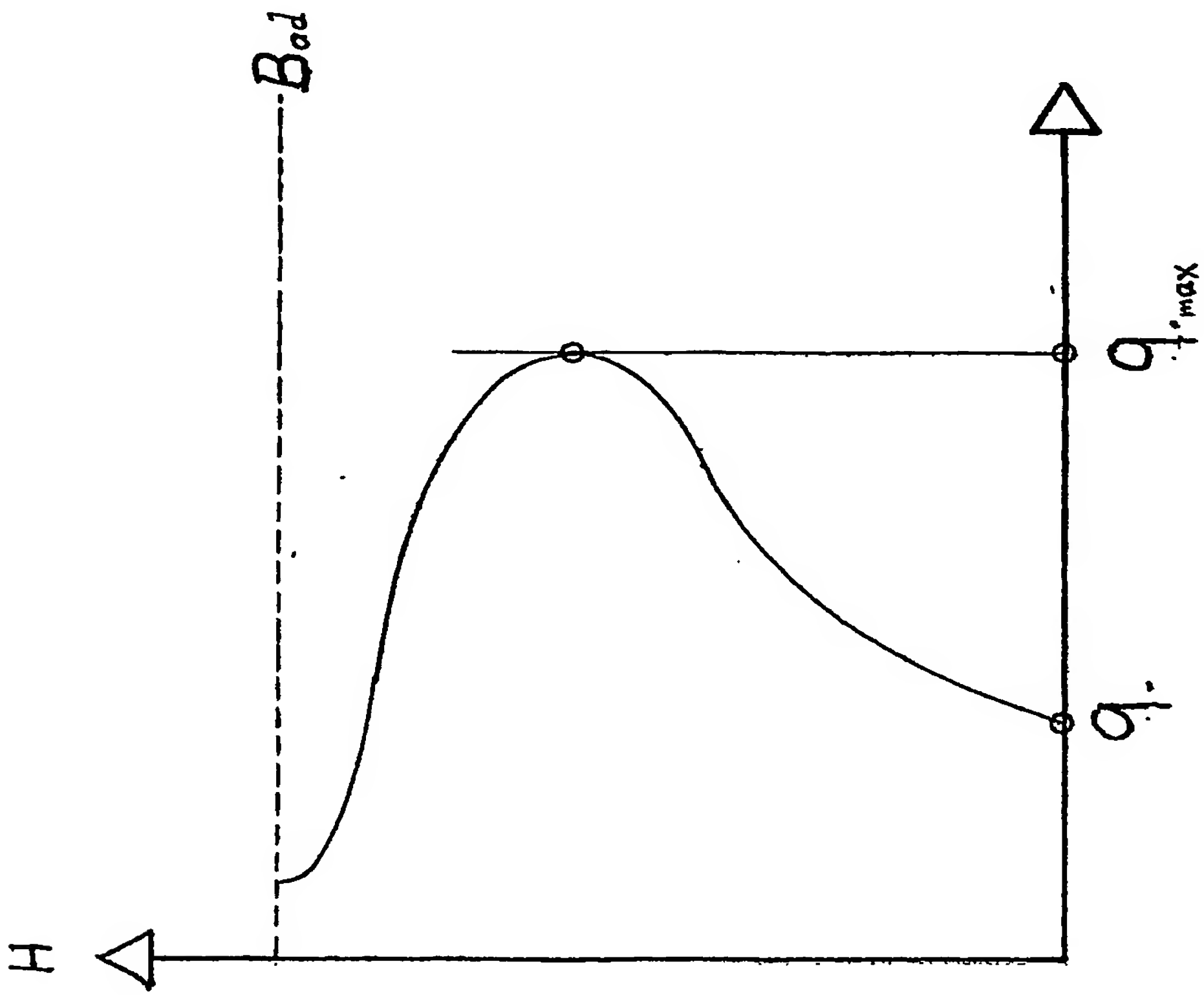


Fig. 6

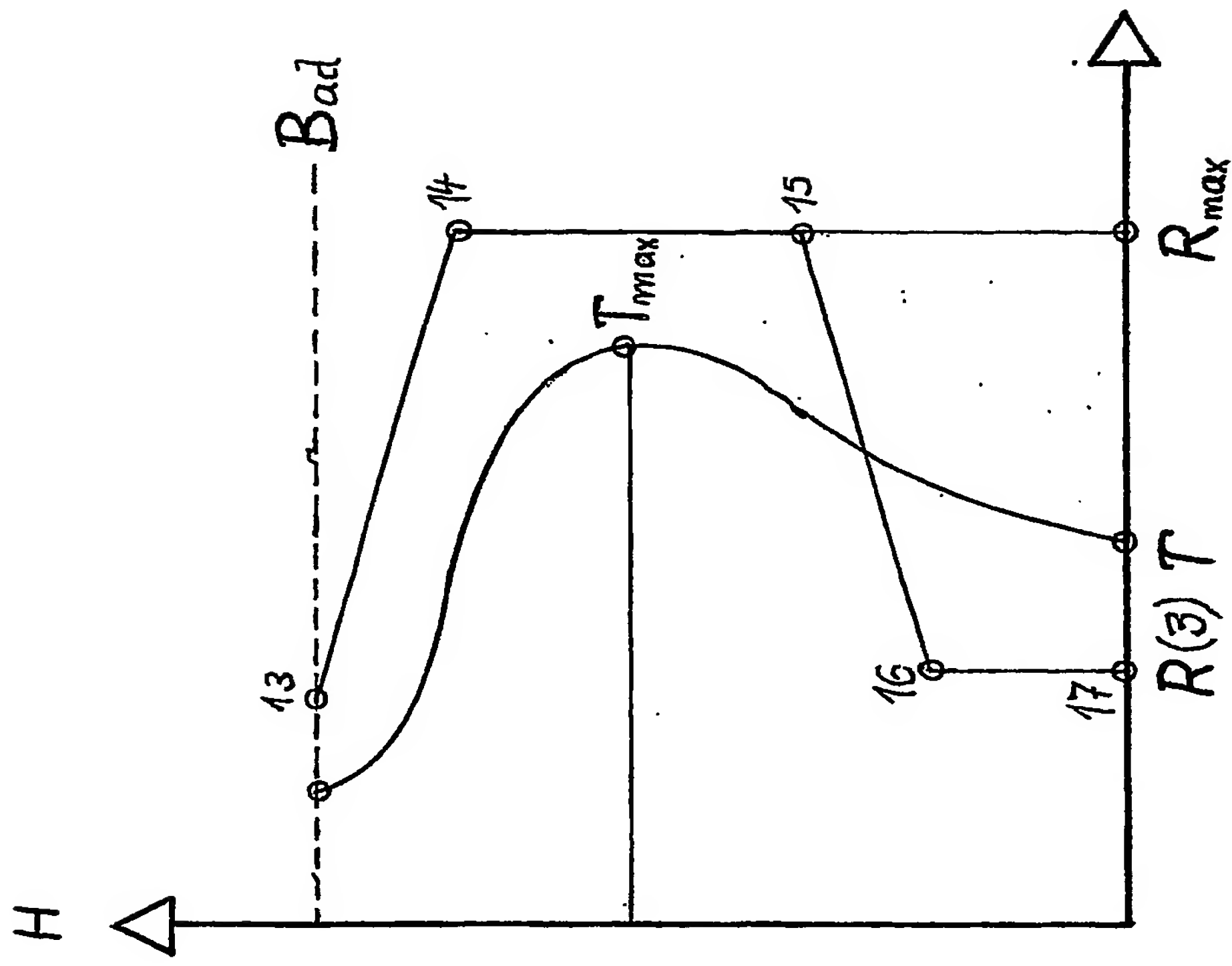


Fig. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**